

**Method and apparatus for delivery of welding wire**

**Publication number:** DE19732379

**Publication date:** 1999-02-18

**Inventor:** DIETRICH SIMON DIPL ING (DE)

**Applicant:** KUKA SCHWEISSANLAGEN GMBH (DE)

**Classification:**

**- international:** *B23K9/133; B65H51/32; B65H59/18; B23K9/133; B65H51/00; B65H59/10; (IPC1-7): B23K9/133; B65H59/36*

**- European:** B23K9/133D; B65H51/32; B65H59/18

**Application number:** DE19971032379 19970725

**Priority number(s):** DE19971032379 19970725

**Report a data error here**

**Abstract of DE19732379**

Force fluctuations within the auxiliary drive are compensated using an elastic element (16) located between the motor (15) and the drive element (17).

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 32 379 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 23 K 9/133**  
B 65 H 59/36

②1 Aktenzeichen: 197 32 379.0  
②2 Anmeldetag: 25. 7. 97  
④3 Offenlegungstag: 18. 2. 99

DE 197 32 379 A 1

⑦1 Anmelder:  
Kuka Schweißanlagen GmbH, 86165 Augsburg, DE

⑦4 Vertreter:  
Ernicke und Kollegen, 86153 Augsburg

⑦2 Erfinder:  
Dietrich, Simon, Dipl.-Ing., 86165 Augsburg, DE

⑤6 **Entgegenhaltungen:**

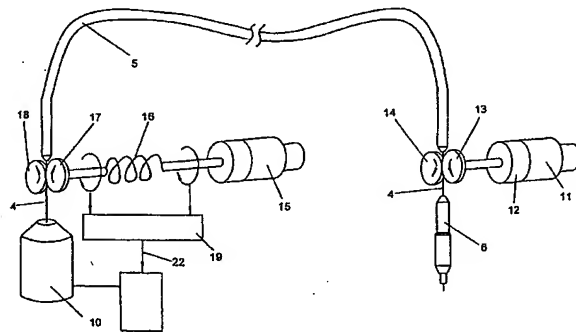
DE	43 20 405 A1
DE	39 36 532 A1
DE	38 27 508 A1
DE	38 27 503 A1
DE	35 42 314 A1
US	36 30 425

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Verfahren und Vorrichtung zum Fördern von Schweißdraht**

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fördern von Schweißdraht (4) von einem Drahtvorrat (10) zu einer Schweißeinrichtung (6) mittels eines Hauptantriebs (3) und mindestens eines Hilfsantriebs (9). Die in der Drahtzuführung zwischen Haupt- und Hilfsantrieb (3, 9) auftretenden Kräfteschwankungen werden innerhalb des Hilfsantriebs (9) durch ein elastisches Element (16) kompensiert, das zwischen Antriebsmotor (15) und Antriebselement (17) angeordnet ist. Dabei wird die Auslenkung des elastischen Elementes (16) gemessen und als Referenzwert für die Förderkraft einer Regeleinrichtung (20) zugeführt, welche den Hilfsantrieb (9) zur Kompensation der Kräfteschwankungen entsprechend nachregelt.



DE 197 32 379 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung Fördern von Schweißdraht von einem Drahtvorrat zu einer Schweißeinrichtung mit einem Hauptantrieb und mindestens einem Hilfsantrieb sowie den Merkmalen im Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Eine solche Fördereinrichtung ist aus der DE-A 38 27 508 oder der DE-A 39 36 532 bekannt. In beiden Fällen werden Kräfteschwankungen kompensiert, die zwischen Haupt- und Hilfsantrieb auftreten können. Zwischen Haupt- und Hilfsantrieb ist der Schweißdraht in einem Schlauch geführt, der infolge der Kräfteschwankungen Längsbewegungen ausführen kann. Ein Sensor erfaßt diese Längsbewegungen und gibt ein Signal an einen Regler, der die Drehzahl des Hilfsantriebsmotors entsprechend regelt, die Kräfteschwankungen auszugleichen. Diese Fördereinrichtungen sind für feste und stabile Schweißdrähte konzipiert und geeignet. Für weiche Drähte, die z. B. aus Aluminium bestehen, sind sie nicht oder nur begrenzt geeignet. In dem längsbeweglichen Schlauchbereich ist der Schweißdraht nämlich über eine gewisse Strecke nicht eng genug geführt und kann dort bei Störungen der Drahtförderung ausknicken.

Die DE-A 35 42 314 zeigt eine andere Fördereinrichtung, die ebenfalls für feste und stabile Schweißdrähte vorgesehen ist. Der Hilfsantrieb wirkt mit mechanischem Schlupf über ein Planetenrollengetriebe auf den Schweißdraht ein. Ein weicher Schweißdraht kann dadurch stark verletzt werden. Außerdem besteht die Gefahr, daß der Drahtführungsschlauch schnell mit Abrieb verstopft wird und zu unzulässig vielen Drahtförderproblemen und Stillständen der Schweißanlage führt.

Aus der DE-A 38 27 509 ist eine weitere Fördereinrichtung bekannt, bei der der Hauptantrieb, der möglichst nahe an der Schweißeinrichtung sitzt, eine Drehzahlregelung aufweist und der Hilfsantrieb auf eine konstante Förderkraft geregelt wird. Derartige Antriebe, wie sie auch in den vorerwähnten Druckschriften gezeigt sind, werden als Push-Pull-Antriebe bezeichnet. In der DE-A 38 27 509 soll der momentengesteuerte Hilfsantrieb den Schweißdraht mit einer konstanten Kraft fördern, die größer als die zu erwartenden maximalen Reibwiderstände in der Schweißdrahtführung ist. Damit sollen Stick-Slip-Effekte und Zug/Druckschwankungen am Hauptantrieb vermieden werden. Für harte und feste Schweißdrähte hat sich diese Technik bewährt. Für weiche Schweißdrähte bestehen die eingangs genannten Überlastungsprobleme für den Draht.

Aus der DE-A 43 20 405 ist es ferner noch bekannt, den Schweißdraht schlupffrei zu fördern und über eine Drahtschlaufe in einem Mengenpuffer zu führen. Die Schlaufenlänge im Puffer wird überwacht und der am Drahtvorrat sitzende Hilfsantrieb entsprechend der Schlaufenlänge gesteuert. Damit will man eine kraftfreie Entkopplung von Drahtzufuhrreinheit und Drahtrolle schaffen, um auf Bedarfsänderungen, wie z. B. sich ändernde Schweißspaltweiten oder dergleichen schnell reagieren zu können. Der an der Schweißeinrichtung sitzende Hauptantrieb muß allerdings den Schweißdraht aus dem Mengenpuffer herausziehen, was zu Belastungen des Drahtes führen kann, insbesondere wenn der Schweißdraht in einem Schlauch geführt ist. Bei weichen Schweißdrähten kann, dies Problemen führen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein besseres Verfahren nebst Vorrichtung zum Fördern von Schweißdraht aufzuzeigen, das auch für weiche und empfindliche Schweißdrähte ohne Einschränkung verwendbar ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruch.

Die erfindungsgemäße Technik ist für beliebige Schweißeinrichtungen geeignet. Sie wird bevorzugt an Lichtbogen-Schutzgas-Schweißwerkzeugen bei automatischen Schweißanlagen oder Schweißrobotern zur Förderung weicher Drähte eingesetzt, die z. B. aus Aluminium, Zinn, Messing oder dergleichen bestehen. Auch ein Einsatz bei Laserschweißeinheiten oder dergleichen ist vorgesehen.

Um eine gleichbleibende hohe Schweißqualität sicherzustellen, wird der drahtförmige Zusatzwerkstoff zum Schweißwerkzeug mit konstanter Geschwindigkeit und Kraft gefördert. Hierfür ist ein nahe des Schweißwerkzeuges angeordneter drehzahl geregelter Hauptantrieb und ein oder mehrere nachgeordnete Hilfsantriebe vorgesehen. Der Hauptantrieb zieht den Schweißdraht aus dem vorzugsweise vorhandenen Drahtförderschlauch und führt ihn dem Schweißprozeß mit sehr konstanter, programmierbarer Geschwindigkeit zu. Der Hilfsantrieb schiebt den Schweißdraht mit einer konstanten, programmierbaren Kraft das Schlauchpaket hinein.

Das erfindungsgemäß im Hilfsantrieb zwischen Antriebsmotor und Antriebsselement vorhandene elastische Element erlaubt es, die zwischen Hilfs- und Hauptantrieb auftretenden Kräfteschwankungen drahtschonend aufzunehmen und zu kompensieren. Dies bietet gleichzeitig die Möglichkeit, auf plötzlich auftretende Änderungen im Schweißprozeß, z. B. Änderungen der Schweißfuge etc. schnell reagieren zu können und die Drahtfördergeschwindigkeit schnell und kurzfristig ändern zu können. Dabei wird auch ein empfindlicher Schweißdraht trotz seiner ungenügenden mechanischen Steifheit und der begrenzten Förderkraft, mit der er geschoben werden kann, nicht verletzt. Er knickt auch nicht aus oder reißt gar.

Die Anordnung des elastischen Elements im Hilfsantrieb für sich allein genügt schon, um kurzzeitige Kraftspitzen abzubauen und zu kompensieren. Eine darüberhinaus gehende Optimierung ist möglich, indem die Auslenkungen des elastischen Elements erfaßt und zu einer Nachregelung des Hilfsantriebs herangezogen werden. Diese Auslenkungen sind ein Maß für die Kräfteschwankungen und können zur Ermittlung von Größe und Richtung dieser Kräfteschwankungen sowie zu deren Kompensation herangezogen werden. Damit lassen sich auch sehr große Kräfteschwankungen abdecken und drahtschonend ausregeln. Die Drahtförderkraft des oder der Hilfsantriebe wird dadurch ständig angepaßt und kann auch extremen Schwankungen folgen. Selbst sehr stark empfindliche weiche Schweißdrähte lassen sich dadurch unter allen Betriebsbedingungen der Schweißeinrichtung zuverlässig und beschädigungsfrei fördern.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im einzelnen zeigen

Fig. 1 eine Schemadarstellung einer Schweißanlage mit einem Schweißroboter und einer Drahtfördereinrichtung,

Fig. 2 eine schematische Detailansicht der Drahtfördereinrichtung,

Fig. 3 einen Schaltplan für die Regeleinrichtung für Haupt- und Hilfsantrieb und

Fig. 4 einen Querschnitt durch das elastische Element und die Meßvorrichtung des Hilfsantriebs.

Fig. 1 zeigt eine Schweißanlage mit einem Schweißroboter (1) oder einem beliebigen anderen Handhabungsgerät, einem Schweißwerkzeug (6) bzw. einer Schweißeinrichtung und einer Drahtzuführung für den Schweißdraht (4). Bei der Schweißeinrichtung (6) handelt es sich beispielsweise um ein Lichtbogen-Schweißgerät, das vorzugsweise mit Schutzgas arbeitet. Es ist an der Roboterhand (2) angeflanscht und besitzt eine Stromdüse (7), durch die der

Schweißdraht (4) austritt und über den Schweißlichtbogen (8) zum Werkstück abbrennt. Die Schweißeinrichtung (6) kann in beliebig anderer geeigneter Weise ausgebildet sein, z. B. als Laserschweißkopf oder dergleichen.

Die Drahtzuführung besteht aus einem Drahtvorratsbehälter (10) von dem der Schweißdraht (4) mittels eines oder mehrerer Drahtantriebe oder Hilfsantriebe (9) abgezogen und über einen Drahtförderschlauch (5) zu einem Drahtantrieb (3) als sogenannter Hauptantrieb befördert wird. Der Hauptantrieb (3) sitzt in unmittelbarer Nähe zur Schweißeinrichtung (6) und ist vorzugsweise ebenfalls an der Roboterhand (2) befestigt. Der Drahtförderschlauch (5) kann sich über eine erhebliche Länge von mehreren Metern erstrecken. Er folgt den verschiedenen Roboterbewegungen mit dem Schweißwerkzeug (6) und ist dazu geeigneterweise einem oder mehreren stationären Punkten sowie am Roboter (1) aufgehängt oder anderweitig gehalten.

Der Drahtantrieb (3) ist vorzugsweise als drehzahlregelter und ziehender Drahtantrieb ausgebildet. Er bestimmt die Drahtfördergeschwindigkeit, mit der der Schweißdraht (4) aus der Stromdüse (7) austritt und hält diese im Rahmen der Prozeßbedingungen konstant. Der Drahtantrieb (3) ist bezüglich der Drehzahl programmierbar und kann je nach Prozeßanforderungen auf unterschiedliche Drahtfördergeschwindigkeiten eingestellt werden, was je nach Prozeßbedingungen auch sehr kurzfristig geschehen kann, um z. B. Schweißfugenveränderungen auszugleichen, die erst während des Prozesses durch einen vorausseilenden Sensor oder dergleichen (nicht dargestellt) entdeckt werden. Die Drahtfördergeschwindigkeit muß dann unter Umständen sehr schnell angepaßt und anschließend auch wieder auf die normalen Prozeßbedingungen zurückgesteuert werden.

Der Drahtantrieb (3) kann in beliebig geeigneter Weise konstruktiv ausgebildet sein. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist er als Zweirollenantrieb ausgebildet. Der auf konstante Drehzahl geregelte Elektromotor (11) treibt über ein Getriebe (12) z. B. ein Winkelgetriebe, die Transportrolle (13) man. Diese wiederum treibt den zwischen ihr und der Anpreßrolle (14) eingespannten Schweißdraht (4) an.

Voraussetzung für eine genaue Regelung der Drahtfördergeschwindigkeit ist es, daß der Schweißdraht (4) in bezug auf die Transportrolle (13) keinen Schlupf aufweist. Um das gewährleisten zu können, ohne den Schweißdraht mit großer Anpreßkraft zwischen Transport- und Anpreßrolle (13, 14) einspannen zu müssen, sollte der Schweißdraht (4) von dem Hilfsantrieb (9) mit einer gewissen Kraft in den Drahtförderschlauch (5) geschoben werden. Bei dem Schweißdraht (4) handelt es sich vorzugsweise um einen weichen metallischen Draht aus Aluminium, Zinn, Messing oder dergleichen, der empfindlich gegenüber Abrieb und Knickgefährdet ist.

Die gezeigte Schweißanlage arbeitet vorzugsweise voll automatisch, so daß Störungen in der Drahtförderung die gesamte Anlage zum Stillstand bringen können.

Der Hilfsantrieb (15) schiebt den Schweißdraht (4) mit einer möglichst konstant zu haltenden und programmierbaren Kraft in den Drahtförderschlauch (5). Er besitzt zu diesem Zweck eine Drehzahlregelung, deren Schaltplan in Fig. 3 näher dargestellt ist. Im Schweißprozeß wird der Drahtförderschlauch (5) ständig hin und her bewegt. Dadurch ändern sich im Inneren die Reibungs- und Förderbedingungen für den Schweißdraht (4). In der Drahtzuführung zwischen Hilfs- und Hauptantrieb (3, 9) kommt es dadurch zu Kräfteschwankungen, die zumindest weitgehend kompensiert werden sollen, um die konstante Drahtfördergeschwindigkeit des Hauptantriebs (3) nicht zu gefährden.

Der Hilfsantrieb (9) ist konstruktiv vorzugsweise ähnlich wie der Hauptantrieb (3) ausgebildet. Er besitzt einen regel-

baren Elektromotor (15), der über ein Getriebe (31) die Antriebskräfte auf ein Antriebselement (17), z. B. eine Transportrolle, überträgt. Der Schweißdraht (4) wird schlupffrei von der Antriebsrolle (17) und der gegenüber liegenden Anpreßrolle (14) angetrieben, zwischen denen er eingespannt ist.

Wie Fig. 2 und 4 näher verdeutlichen, ist beim Hilfsantrieb (9) zwischen dem Motor (11) und dem Antriebselement (17) ein elastisches Element (16) angeordnet, welches eine elastische Kupplung zwischen den genannten Teilen darstellt und zwischen der Antriebswelle (32) des Motors (11) und der mit der Antriebsrolle (17) verbundenen Abtriebswelle (37) relative Drehbewegungen ermöglicht. Der Verdrehwinkel des elastischen Elements (16) ist proportional zu dem elastischen Drehmoment, also auch zu der durch die Antriebsrollen (17, 18) auf den Schweißdraht (4) einwirkenden Kräfte. Bei einer gegebenen elastischen Konstante ist diese Kraft um so größer, desto größer der Verdrehwinkel des elastischen Elements (16) ist. Das elastische Element (16) ist vorzugsweise als Feder ausgebildet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Flachspiralfeder. Fig. 4 zeigt diese Anordnung. Gemäß Fig. 2 kann es sich alternativ auch um eine Schraubenfeder handeln. Das elastische Element (16) kann kurze Kraftspitzen in der Drahtzuführung über die genannte relative Drehbewegung ausgleichen.

In einer weiteren Ausbildung können die Auslenkungen des elastischen Elements (16), das heißt der Verdrehwinkel und/oder die Längenänderung mit einer Meßeinrichtung (19) erfaßt und für eine Nachregelung des Hilfsantriebs (15) herangezogen werden. Die Auslenkung wird mittels eines geeigneten Sensors (19) gemessen und einer Regeleinrichtung (20) zugeführt, welche die Drehzahl des Hilfsantriebs (15) so regelt, daß der Verdrehwinkel des elastischen Elements (16) dem vorgegebenen Sollwert folgt. Es wird also der Drehzahlregelkreis überlagert mit einem Kraftregelkreis. Vorzugsweise ist der Kraftsollwert ein von einem externen Steuergerät vorgegebener konstanter Wert, der dem Werkstoff und dem Durchmesser des zu fördernden Schweißdrahtes (4) entspricht. Die Feder (16) kann vorgespannt sein.

Das Antriebselement (17) des Hilfsantriebs (15) wirkt ebenfalls schlupffrei auf den Schweißdraht (4) ein, zieht diesen aus dem Drahtvorratsbehälter (10) und schiebt den Schweißdraht (4) mit konstanter Kraft in den Drahtförderschlauch (5). Vorausgesetzt, daß die Kraft für das Herausziehen des Schweißdrahtes (4) aus dem Drahtvorratsbehälter (10) und die Reibungskraft des Schweißdrahtes (4) in den Förderrollen (17, 18) vernachlässigbar sind, ist die Kraft, mit welcher der Schweißdraht (4) in den Drahtförderschlauch (5) hineingeschoben wird, proportional mit dem Verdrehwinkel zwischen den beiden Seiten des elastischen Elements (16). Dieser Verdrehwinkel wird in der erwähnten Weise gemessen und als Kraft-Istwert der nachfolgend beschriebenen Regeleinrichtung (20) zugeführt, welche die Drehzahl des Antriebsmotors (15) so regelt, daß der Kraft-Istwert gleich einem vorgegebenen Kraft-Sollwert ist.

Fig. 3 zeigt anhand eines Signalfußplanes ein Ausführungsbeispiel der Regeleinrichtung (20) zur Realisierung des Steuerungs- und Regelungskonzeptes für den Drahtantrieb.

In den oberen Teil der Zeichnung ist schematisch der Regelkreis des Hauptantriebs (3) dargestellt. Der Sollwert für die Drahtfördergeschwindigkeit  $v_{\text{soll}}$  wird von einer in Fig. 3 nicht dargestellten Steuerung der im Rampengenerator (23) vorgegeben, welcher den Sollwert für die Drehzahl des Motors  $n_{\text{Asoll}}$  dem Drehzahlregler und Verstärker (24) vorgibt. Der Drehzahlregler (24) erhält auch den Drehzahl-Istwert

des Motors  $n_{\text{Ist}}$  von dem Istwertgeber (25) zwischen Motor (11) und Getriebe (12). Der Hauptantrieb (3) zieht den Schweißdraht (4), aus dem Drahtförderschlauch (5) heraus und stellt ihn mit der Geschwindigkeit  $v$  dem Schweißprozeß zur Verfügung.

Im unteren Teil der Zeichnung ist schematisch die Regelungseinrichtung (20) für den Hilfsantrieb (15) dargestellt. Aus der Zeichnung ist ersichtlich, daß der Regelkreis für die Förderkraft dem Regelkreis für die Drehzahl des Antriebsmotors (15) überlagert ist. Der Drehzahlregler und Verstärker (29) treibt über das Getriebe (31) das elastische Element (16) an, welches seinerseits die Antriebsrolle (17) antreibt und damit den Schweißdraht (4) schlupffrei in den Drahtförderschlauch (5) mit einer Kraft  $F$  hineinschiebt. Die Kraft  $F$  ist proportional zu dem Verdrehwinkel der drehelastischen Kupplung (16). Der Verdrehwinkel wird mit der nachfolgend näher beschriebenen Meßeinrichtung (19) gemessen und durch die nachgeschaltete Anpassungsschaltung (21) der Kraftregelung als Istwert für die Drahtförderkraft  $F_{\text{Ist}}$  (22) zur Verfügung gestellt.

Der Komparator (26) vergleicht den von der Anpassungsschaltung (21) ausgegebenen Istwert  $F_{\text{Ist}}$  mit dem von der übergeordneten Steuerung (nicht dargestellt) vorgegebenen Sollwert  $F_{\text{Soll}}$ . Der nachgeschaltete Proportional-Integral-Regler (27) gibt ein Korrektursignal für die Drehzahl aus, welches in diesem Ausführungsbeispiel in dem Summierer (28) zu einem Sollwert  $n_{\text{ASoll}}$  addiert wird. Dieser Sollwert wird z. B. vom Regelkreis des Hauptantriebs (3) ausgegeben. Das resultierende Signal  $n_{\text{BSoll}}$  des Hilfsantriebs (9) wird als Sollwert-Signal für die Drehzahlregelung des Motors (15) herangezogen.

Der Drehzahlregler (29) erhält auch den Drehzahl-Istwert des Motors  $n_{\text{Ist}}$  von dem zwischen Motor (15) und Getriebe (31) angeordneten Istwertgeber (30). Da die Anforderung an die Genauigkeit der Drehzahlregelung des Hilfsantriebs nicht sehr hoch ist, kann unter Umständen auf den Istwertgeber (30) verzichtet werden. In diesem Fall wird der Istwert aus den Werten Ankerstrom und -spannung mit ausreichender Genauigkeit nachgebildet.

Angenommen, aus irgendeinem Grund weicht die Drahtförderkraft  $F$  von dem vorgegebenen Sollwert ab. In diesem Fall ist das Ergebnis des Vergleichs im Komparator (26) ungleich 0, so daß der Regler (27) ebenfalls ein Korrektur-Signal ungleich 0 ausgibt. Dieses Korrektur-Signal ändert den Drehzahl-Sollwert  $n_{\text{BSoll}}$  und der Motor (15) ändert seine Drehzahl so, daß die Abweichung der Drahtförderkraft  $F$  ausgeglichen wird. Wenn die Drahtförderkraft  $F$  zu groß ist, wird die Drehzahl des Motors (15) reduziert, so daß sich die drehelastische Kupplung (16) entspannt und die Drahtförderkraft  $F$  reduziert wird. Wenn umgekehrt die Drahtförderkraft  $F$  zu klein ist, wird die Drehzahl des Motors (15) erhöht, so daß sich die drehelastische Kupplung (16) spannt und die Drahtförderkraft  $F$  erhöht wird.

Diese Kraftkompensation kann in allen Betriebszuständen des Hilfsantriebs (9) wirksam sein. In der Anlaufphase z. B. gleicht das elastische Element (16) Unterschiede in der Dynamik der beiden Drahtantriebe (3, 9) aus. Wenn der Hilfsantrieb (9) langsamer anlaufen würde als der Hauptantrieb (3), wird der Hauptantrieb (3) nicht merklich mehr Kraft auf den Schweißdraht (4) aufbringen, weil das vorgespannte elastische Element (16) die nötige Reserve an Draht (4) hergibt. Das vermindert das Risiko des Schlupfes oder gar des Zerreißens des Schweißdrahtes (4).

Wenn andererseits der Hilfsantrieb (9) schneller anlaufen würde als der Hauptantrieb (3), wird die Differenz von Draht (4) vom elastischen Element (16) übernommen, was das Risiko des Ausknickens des Schweißdrahtes (4) stark vermindert.

In der stationären Phase gleicht das elastische Element (16) Gleichlaufunterschiede der beiden Drahtantriebe (3, 9) aus, ohne daß auf den Schweißdraht (4) unzulässig hohe Kräfte einwirken. Desgleichen können mit dem elastischen Element (16) Störungen aufgefangen und gedämpft werden, welche durch die Bewegungen des Drahtförderschlauches (5) hervorgerufen werden. Auch dieses vermindert das Risiko des Schlupfes oder des Ausknickens des Schweißdrahtes (4).

In der Abbremsphase des Drahtes (4) gleicht das elastische Element (16) ebenfalls Unterschiede in der Dynamik der beiden Drahtantriebe (3, 9) aus und vermindert insbesondere das Risiko des Ausknickens des Schweißdrahtes (4). Wenn z. B. der Hilfsantrieb (9) langsamer abbremst als der Hauptantrieb (3), spannt sich das elastische Element (16) kontinuierlich, die Drahtförderkraft erhöht sich ebenfalls kontinuierlich und der Verdrehwinkel des elastischen Elements (16) vergrößert sich. Dies führt zu einer steileren Abbremsrampe und damit zu einer Ausregelung der Drahtförderkraft. Es kommt also nicht wie bei herkömmlichen Drahtantriebssystemen zu einer sprunghaften Erhöhung der Drahtförderkraft und der damit verbundenen Gefahr des Ausknickens eines weichen Schweißdrahtes (4).

Das gezeigte Drahtantriebssystem kann mit beliebigen regelbaren Elektromotoren (11, 15) ausgerüstet sein, wobei permanent erregte Gleichstrommotoren zu empfehlen sind. Zur Erzielung einer hohen Genauigkeit der Regelung der Drahtfördergeschwindigkeit sollte der Hauptantrieb (3) einen besonders genauen Drehzahlgeber besitzen. Dies kann ein Gleichstromtachogenerator oder ein Inkrementaldrehgeber mit Frequenz-Spannungs-Wandler sein. Der Hilfsantrieb (9) kann ebenfalls einen tachogeregelten Motor besitzen. Wegen der Überlagerung der Förderkraftregelung und der Möglichkeit zum Ausgleich von Drehzahlabweichungen über die Förderkraftregelung sind die Anforderungen an die Genauigkeit der Drehzahlregelung des Hilfsantriebs (9) kleiner als beim Hauptantrieb (3). Aus diesem Grund kann die Drehzahlregelung des Motors (15) des Hilfsantriebs (9) ohne Drehzahlgeber ausgeführt werden.

Fig. 4 zeigt das elastische Element (16) und die Meßvorrichtung (19) in einer konstruktiven Ausgestaltung. Sie sind gemeinsam in einem Gehäuse (38) untergebracht, in das von der einen Seite die vom Motor (15) bzw. Getriebe (31), kommende Antriebswelle (32) ragt. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich die Abtriebswelle (37), die mit dem Antriebsselement (17) verbunden ist. Das elastische Element (16) bzw. die elastische Kupplung ist hier als Flachspiralfeder ausgebildet, die die beiden Wellen (32, 37) verbindet. Zu diesem Zweck ist an der Antriebswelle (32) eine Stützscheibe mit ein oder mehreren Mitnehmern (33) angeordnet. An einem dieser Mitnehmer (33) ist das äußere Ende der Feder (16) befestigt. Das innere Federende ist an einem Zapfen der Abtriebswelle (37) befestigt.

Parallel zur Feder (16) sind Antriebs- und Abtriebswelle (32, 37) durch eine Gewindeführung (36) miteinander verbunden. Diese besteht aus einer Gewindehülse, die auf der Abtriebswelle (37) über ein Schraubgewinde längsbeweglich und verdrehbar gelagert ist. Die Gewindehülse (36) ist mit einer Scheibe (34) verbunden, in die die Mitnehmer (33) greifen. Wenn der Istwert der anliegenden Drahtförderkraft dem Sollwert entspricht, werden die Antriebskräfte über die vorgespannte Feder (16) zwischen den Wellen (32, 37) übertragen, so daß keine Relativbewegung zwischen den Wellen (32, 37) stattfindet. Weicht jedoch der Kraft-Istwert (22) vom Sollwert ab, äußert sich dies in einer Verdrehung der Feder (16). Dementsprechend dreht die Antriebswelle (32) die Gewindehülse (36) gegenüber der Abtriebswelle (37) nach links oder rechts. Dies hat über das Schraubgewinde

eine Axialbewegung der Gewindehülse (36) und der Scheibe (3, 4) zur Folge.

Diese Axialbewegung ist proportional zum relativen Verdrehwinkel. Sie wird als Abstandsänderung über einen Abstandssensor (35) abgegriffen, der im Gehäuse (38) montiert ist und der den Abstand zur Scheibe (34) aufnimmt. Der Abstandssensor (35) ist in der in Fig. 3 gezeigten Weise mit der Regeleinrichtung (20) verbunden.

Abwandlungen des gezeigten Ausführungsbeispiels sind in verschiedener Weise möglich. So kann z. B. das elastische Element (16) bzw. die sogenannte drehelastische Kupplung in beliebig anderer geeigneter Weise ausgebildet sein, z. B. als Fluidkupplung, Magnetkupplung mit Schlupf, Generatorbremse etc. Das elastische Element (16) muß auch nicht unbedingt auf mechanischer Basis ausweichen oder nachgeben. Die Auslenkungen können sich dabei entsprechend als Winkeländerung oder Längenänderung darstellen. Eine längsgezogene Schrauben- oder Spiralfeder längt oder verkürzt sich bei einer Relativdrehung. Diese Veränderung kann z. B. bei einem Potentiometer abgegriffen werden. Dementsprechend kann auch die Meßvorrichtung (19) in beliebig geeigneter Weise ausgestaltet sein. Sie kann z. B. auch Drehwinkel unmittelbar über einen Inkrementalgeber oder dergleichen messen.

Variabel sind auch die konstruktiven Ausgestaltungen der Drahtantriebe (3, 9). Statt zwei Rollen-Drahtantrieben können auch beliebige andere geeignete Antriebselemente (13, 14, 17, 18) zum Einsatz kommen. Variabel sind ferner die Regelcharakteristika der Drahtantriebe (3, 9) in Anpassung an die jeweilig erforderlichen Drahtförderbedingungen für den Schweißprozeß. In weiterer Abwandlung können statt des gezeigten einen Hilfsantriebs (9) auch mehrere Hilfsantriebe mit Abstand hintereinander angeordnet sein, die gleiche oder ähnliche Regelcharakteristika haben und gegebenenfalls auch eine Art Kaskadenantrieb darstellen können. Sie dienen vor allem zur Drahtförderung über noch größere Distanzen als beispielsweise 5 bis 10 Meter.

#### Bezugszeichenliste

1	Schweißroboter
2	Roboterhand
3	Drahtantrieb, Hauptantrieb
4	Schweißdraht
5	Drahtförderschlauch
6	Schweißeinrichtung
7	Stromdüse
8	Schweißlichtbogen, Laserstrahl
9	Drahtantrieb, Hilfsantrieb
10	Drahtvorratsbehälter
11	Antriebsmotor
12	Getriebe
13	Transportrolle
14	Anpreßrolle
15	Antriebsmotor, Getriebemotor
16	elastisches Element, Drehfeder
17	Antriebselement, Transportrolle
18	Anpreßrolle
19	Meßeinrichtung, Sensor
20	Regeleinrichtung
21	Anpassungsschaltung
22	Kraft-Istwert
23	Rampengenerator
24	Drehzahlregler und Verstärker
25	Istwertgeber
26	Komparator
27	PI-Regler
28	Summierer

29	Drehzahlregler und Verstärker
30	Istwertgeber
31	Getriebe
32	Antriebswelle
33	Mitnehmer
34	Scheibe
35	Abstandssensor
36	Gewindeführung, Gewindehülse
37	Abtriebswelle
38	Gehäuse

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Fördern von Schweißdraht von einem Drahtvorrat zu einer Schweißeinrichtung mit einem Hauptantrieb und mindestens einem Hilfsantrieb, welcher einen Antriebsmotor und ein oder mehrere auf den Schweißdraht einwirkende Antriebselemente aufweist, wobei in der Drahtzuführung zwischen Haupt- und Hilfsantrieb auftretende Kräfteschwankungen kompensiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Kräfteschwankungen innerhalb des Hilfsantriebs (9) zwischen Antriebsmotor (15) und Antriebselement (17) mit einem elastischen Element (16) kompensiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslenkungen des elastischen Elements (16) gemessen und als Referenzwert für die Förderkraft einer Regeleinrichtung (20) zugeführt werden, die den Hilfsantrieb (9) zur Kompensation der Kräfteschwankungen entsprechend nachregelt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem in der Basis drehzahlgeregelten Hilfsantrieb (9) ein Regelkreis für die Förderkraft überlagert wird.
4. Vorrichtung zum Fördern von Schweißdraht von einem Drahtvorrat zu einer Schweißeinrichtung mit einem Hauptantrieb und mindestens einem Hilfsantrieb, welcher einen Antriebsmotor und ein oder mehrere auf den Schweißdraht einwirkende Antriebselemente aufweist, wobei in der Drahtzuführung zwischen Haupt- und Hilfsantrieb auftretende Kräfteschwankungen kompensiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfsantrieb (9) zwischen Antriebsmotor (15) und Antriebselement (17) ein elastisches Element (16) aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Element (16) als Feder ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfsantrieb (9) eine Meßeinrichtung (19) für die Auslenkungen des elastischen Elements (16) und eine Regeleinrichtung (20) zur Kompensation der Kräfteschwankungen aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfsantrieb (9) eine Drehzahlregelung und eine überlagerte Förderkraftregelung aufweist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Element (16) zwischen Antriebs- und Abtriebswelle (32, 37) des Hilfsantriebs (9) angeordnet ist, wobei die beiden Wellen (32, 37) parallel dazu durch eine Gewindeführung (36) gekoppelt sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (19) einen Abstandssensor (35) aufweist, der die Längsbewegungen

gungen der Gewindeführung (36) aufnimmt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

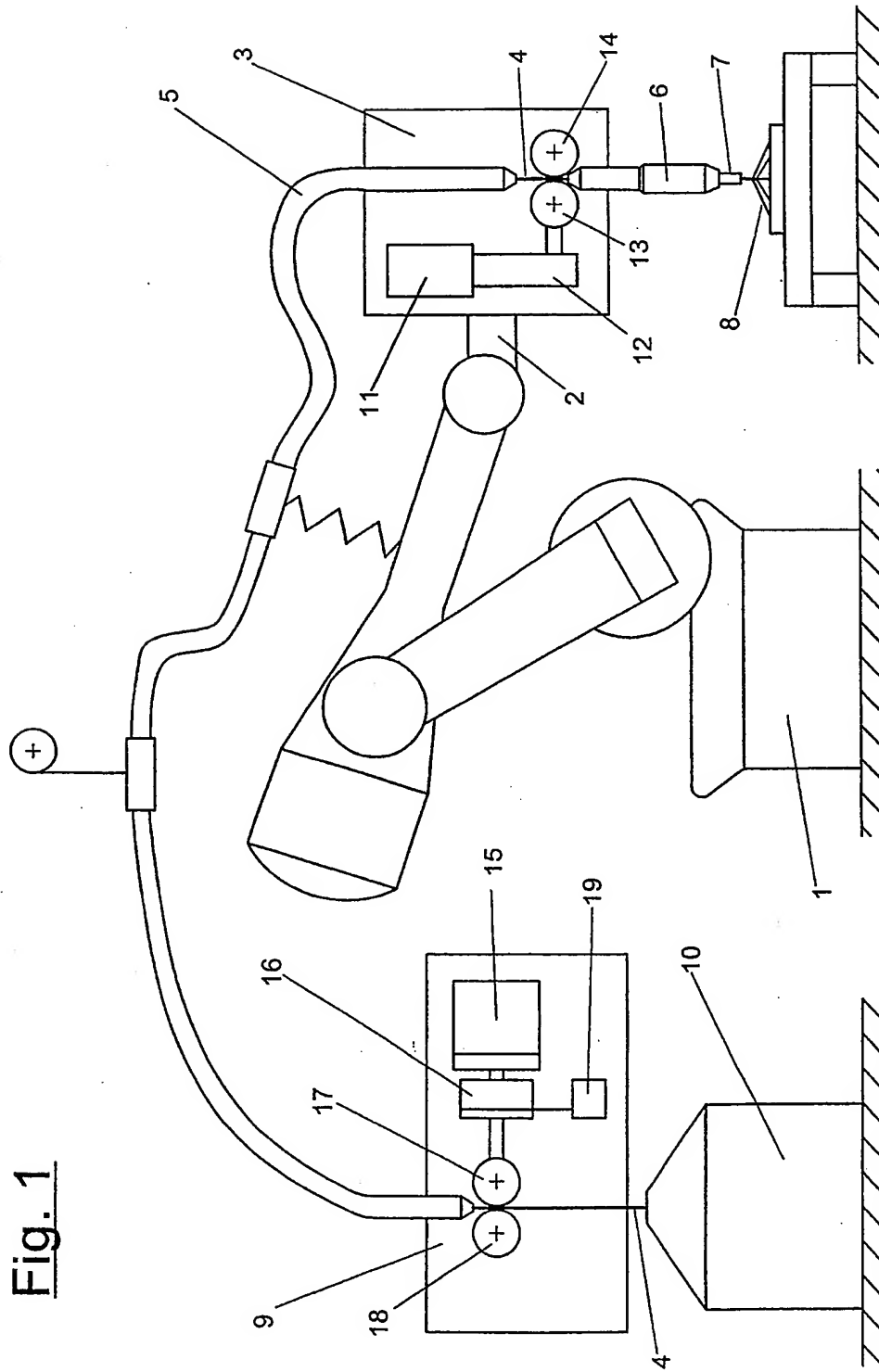
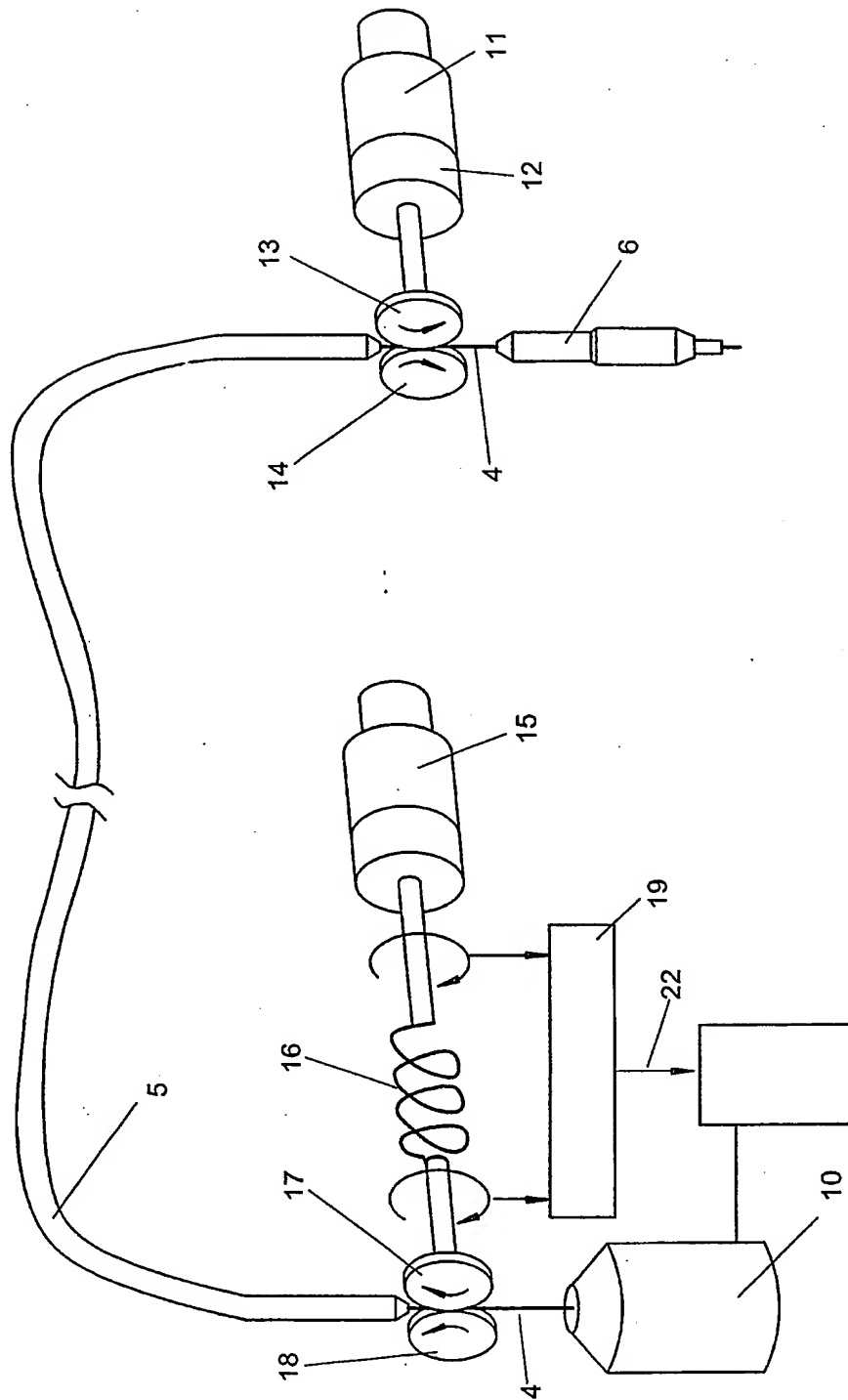


Fig. 1

Fig. 2



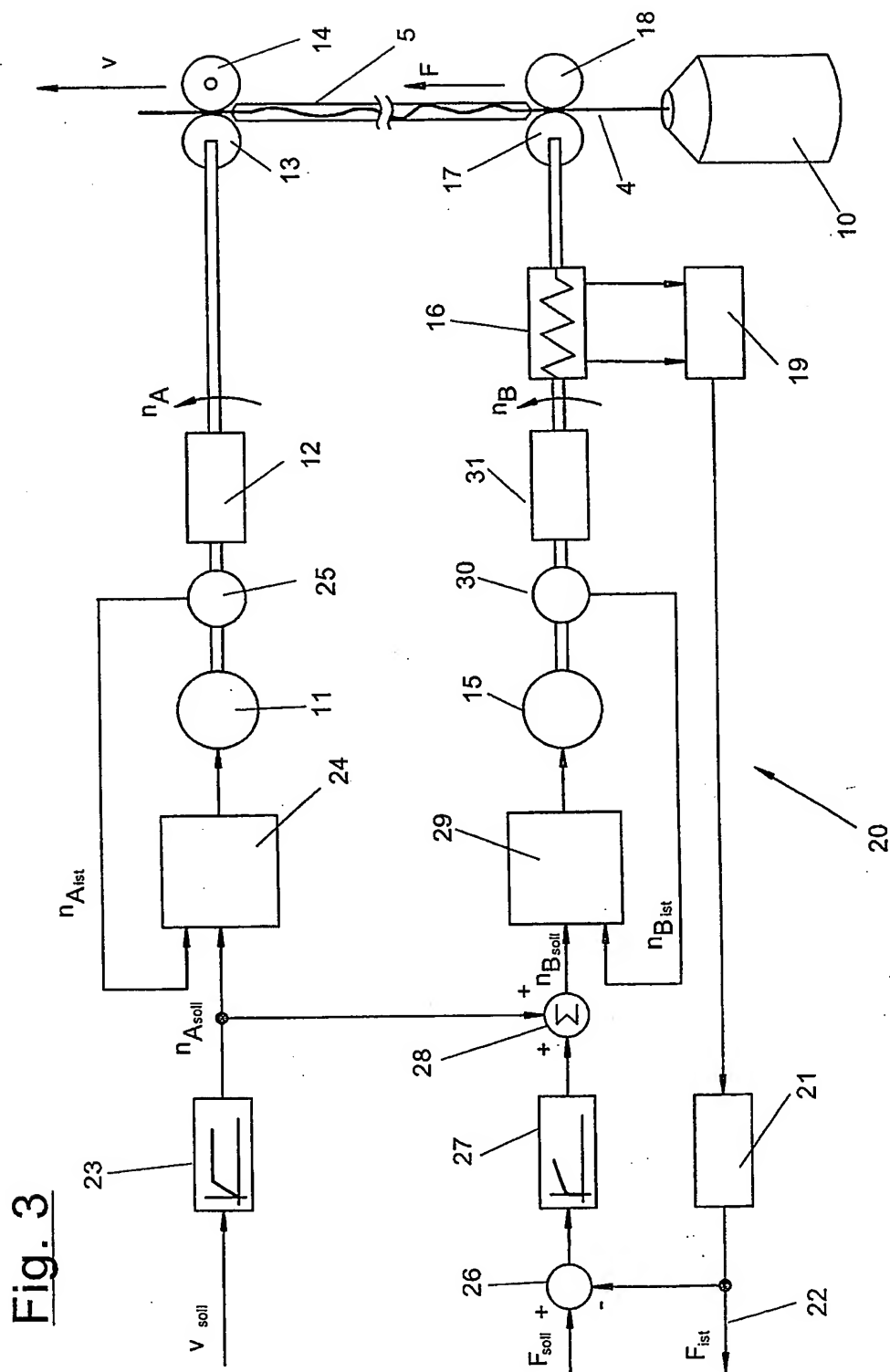


Fig. 4

